

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-338431

(P 2 0 0 1 - 3 3 8 4 3 1 A)

(43)公開日 平成13年12月7日(2001.12.7)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

G11B 7/135

G11B 7/135

A

G02B 13/00

G02B 13/00

13/18

13/18

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全13頁)

(21)出願番号 特願2001-86720(P 2001-86720)

(22)出願日 平成13年3月26日(2001.3.26)

(31)優先権主張番号 特願2000-83761(P 2000-83761)

(32)優先日 平成12年3月24日(2000.3.24)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72)発明者 大田 耕平

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(72)発明者 小嶋 俊之

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(74)代理人 100107272

弁理士 田村 敬二郎 (外1名)

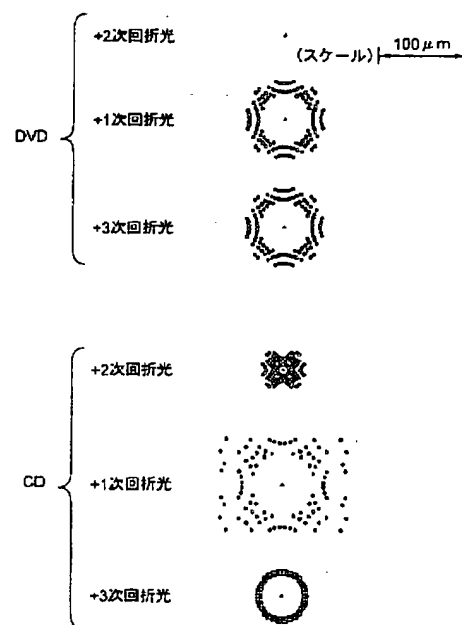
(54)【発明の名称】光学素子および光ピックアップ装置

(57)【要約】

【課題】少ない数の光学素子又は対物レンズを使用しているにも関わらず、厚さの異なる光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生(以下、単に記録再生ともいう)を可能とし、しかも誤検出を抑制できる光ピックアップ装置に好適な光学素子及びかかる光学素子を用いた光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】DVD、CDに対して情報軒録または再生可能な光ピックアップ装置に用いる対物レンズ3において、光軸から開口数NA0.5の内側では、+1次回折光を最も強く発生するように回折輪帯を設けているので、良好なスポット光を得ることが出来、光軸から開口数NA0.5の外側では、+2次回折光を最も強く発生するように回折輪帯を設けているので、CDに対して開口数NA0.5以上の光束をフレアとすると、CDの+2次回折光に対し開口数NA0.5以上の回折光率を低くできるので、フレアの影響を軽減できる。

2次回折光を用いた時の
DVD専用領域の光束(NA0.5-0.63)のスポットダイアグラム



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光情報記録媒体から情報を再生し、または光情報記録媒体に情報を記録するための光ピックアップ装置において使用される光学素子であって、

光軸と回折部とを具備し、

前記回折部は、複数の領域を有し、前記複数の領域がそれぞれ所定の波長に対して最も強く発生する次数は、それぞれ 0 でなくかつ絶対値が互いに異なることを特徴とする光学素子。

【請求項 2】 前記回折部は、前記複数の領域毎に回折輪帯を有し、前記光軸から所定の距離の内側では第 1 の次数 ($n_1 \neq 0$) の回折光を最も強く発生し、その外側では、前記第 1 の次数とは異なる第 2 の次数 ($n_2 \neq 0$ かつ $|n_1| \neq |n_2|$) の回折光を最も強く発生することを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 3】 前記回折部は、前記複数の領域毎に回折輪帯を有し、前記回折輪帯における段差の最大値と、段差の最小値とは、1.5 倍以上異なっており、それにより前記前記光軸から前記所定の距離の内側では第 1 の次数 ($n_1 \neq 0$) の回折光を最も強く発生し、その外側では、前記第 1 の次数とは異なる第 2 の次数 ($n_2 \neq 0$ かつ $|n_1| \neq |n_2|$) の回折光を最も強く発生するようになっていることを特徴とする請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 4】 前記段差の最大値と前記段差の最小値とは、6 倍以上異ならないことを特徴とする請求項 3 に記載の光学素子。

【請求項 5】 前記第 1 の次数を n_1 とし、前記第 2 の次数を n_2 としたときに、 $n_1 = 1$ 及び $n_2 \geq 2$ (ただし、回折次数の符号は、回折によって収束する方向に光束が偏向されるときに次数を正とする) が成立することを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 6】 $n_2 = 2$ が成立することを特徴とする請求項 5 に記載の光学素子。

【請求項 7】 前記回折輪帯は、光軸から前記所定の距離の内側では所定の波長の前記第 1 の次数の回折光に対して回折効率が最大となるようにブレース化され、光軸から所定の距離の外側では前記所定の波長とは異なる波長の前記第 2 の次数の回折光に対して回折効率が最大となるようにブレース化されることを特徴とする請求項 2 乃至 6 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 8】 前記光学素子是对物レンズであることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 9】 請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の光学素子とを用いて、光情報記録媒体から情報を再生し、または光情報記録媒体に情報を記録することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 10】 少なくとも 2 種類の光情報記録媒体か

ら情報を再生し、または光情報記録媒体に情報を記録するための光ピックアップ装置であって、

第 1 の波長 λ_1 を有する第 1 の光束を射出する第 1 の光源と、

前記第 1 の波長 λ_1 とは異なる第 2 の波長 λ_2 を有する第 2 の光束を射出する第 2 の光源と、

前記第 1 の光源及び前記第 2 の光源から出射された前記第 1 の光束及び前記第 2 の光束を、前記第 1 及び前記第 2 の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、

前記第 1 及び前記第 2 の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有し、

前記対物レンズは、光軸と回折部とを具備し、

前記回折部は、複数の領域を有し、前記複数の領域がそれぞれ所定の波長に対して最も強く発生する次数は、それぞれ 0 でなくかつ絶対値が互いに異なっており、

前記第 1 の光源は、厚さ t_1 を有する第 1 の透明基板を有する第 1 の光情報記録媒体から情報を再生するために、または情報を記録するために前記第 1 の光束を射出し、

前記第 2 の光源は、前記第 1 の透明基板の前記厚さ t_1 とは異なる厚さ t_2 を有する第 2 の透明基板を有する第 2 の光情報記録媒体から情報を再生するために、または情報を記録するために第 2 の光束を射出し、

前記集光光学系は、前記第 1 の光源からの光束を、前記第 1 の光情報記録媒体の情報記録面上に、波長 λ_1 の光束による、前記第 1 の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数 NA_1 内では波面収差 $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、

かつ前記第 2 の光源からの光束を、前記第 2 の光情報記録媒体の情報記録面上に、波長 λ_2 の光束による、前記第 2 の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数 NA_2 内では波面収差 $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、

更に、以下の条件を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$\lambda_1 < \lambda_2$$

$$t_1 < t_2$$

$$NA_1 > NA_2$$

【請求項 11】 前記回折部は、前記複数の領域毎に回折輪帯を有し、前記光軸から所定の距離の内側では第 1 の次数 ($n_1 \neq 0$) の回折光を最も強く発生し、その外側では、前記第 1 の次数とは異なる第 2 の次数 ($n_2 \neq 0$ かつ $|n_1| \neq |n_2|$) の回折光を最も強く発生することを特徴とする請求項 10 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 12】 前記回折部は、前記複数の領域毎に回折輪帯を有し、前記回折輪帯における段差の最大値と、段差の最小値とは、1.5 倍以上異なっており、それにより前記前記光軸から前記所定の距離の内側では第 1 の

次数 ($n1 \neq 0$) の回折光を最も強く発生し、その外側では、前記第1の次数とは異なる第2の次数 ($n2 \neq 0$ かつ $|n1| \neq |n2|$) の回折光を最も強く発生するようになっていることを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ装置。

【請求項13】 前記光軸から所定の距離の外側では、有効径内において回折輪帯の最小ピッチが $10\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項11又は12に記載の光ピックアップ装置。

【請求項14】 前記段差の最大値と前記段差の最小値とは、6倍以上異なることを特徴とする請求項1.3に記載の光ピックアップ装置。

【請求項15】 前記第1の次数を $n1$ とし、前記第2の次数を $n2$ としたときに、 $n1 = i$ 及び $n2 \geq 2$ (ただし、回折次数の符号は、回折によって収束する方向に光束が偏向されるときに次数を正とする) が成立することを特徴とする請求項11乃至14のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項16】 $n2 = 2$ が成立することを特徴とする請求項15に記載の光ピックアップ装置。

【請求項17】 前記回折輪帯は、光軸から前記所定の距離の内側では所定の波長の前記第1の次数の回折光に対して回折効率が最大となるようにブレース化され、光軸から所定の距離の外側では前記所定の波長とは異なる波長の前記第2の次数の回折光に対して回折効率が最大となるようにブレース化されることを特徴とする請求項11乃至16のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項18】 前記集光光学系は、前記第2の光源からの光束を、前記第2の光情報記録媒体の情報記録面上に、開口数 NA 1内では波面収差 0.07λ 2rms 以上の状態で集光することを特徴とする請求項10乃至17のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項19】 前記対物レンズにおける前記回折部の前記所定の距離は、前記 NA 2の光束が通る範囲にほぼ相当することを特徴とする請求項10乃至18のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項20】 前記集光光学系は、波長 λ 2の光束に対し、前記光軸から所定の距離において球面収差が不連続であることを特徴とする請求項10乃至19のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光学素子及び光ピックアップ装置に関し、例えば透明基板の厚さが異なる2つの光情報記録媒体に情報記録及び/又は情報再生の可能な光ピックアップ装置に好適な光学素子及びかかる光学素子を用いた光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、短波長赤色半導体レーザ実用化に伴い、従来の光ディスクすなわち光情報記録媒体である

CD (コンパクトディスク) と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光ディスクであるDVD (デジタルビデオディスク) の開発が進んでいる。このような光ディスクなどを媒体とした光情報記録再生装置の光学系において、記録信号の高密度化を図るため、対物レンズが記録媒体上に集光するスポットを小さくすることが要求されている。このため、光源であるレーザの短波長化と対物レンズの高NA化とが図られているという実情がある。

【0003】 例えば、DVDに対して情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置においては、 635nm の短波長半導体レーザを光源として使用したとき、かかるレーザ光を集光させる対物レンズの光ディスク側の開口数 NA を約0.6としている。なお、CD、DVDの中にも、種々の規格の光ディスク、例えばCD-R (追記型コンパクトディスク) 等があり、CD、DVDの他にもMD (ミニディスク) なども商品化されて普及している。

【0004】 一方、CD-Rに対して情報の記録及び/又は再生を行う光ピックアップ装置においては、波長 $\lambda = 780\text{nm}$ である光源が必要になるが、他の光ディスクにおいては、特定の光源波長以外の波長の光源を使用することができ、かかる場合、使用する光源波長 λ に応じて必要開口数 NA が変わるようになっている。例えば、CDの場合は必要開口数 $NA = \lambda (\mu\text{m}) / 1.73$ 、DVDの場合は必要開口数 $NA = \lambda (\mu\text{m}) / 1.06$ で近似される。本明細書でいう開口数は、光ディスク側から見た集光光学系の開口数のことであり、必要開口数とは光ディスクの記録面上で要求されるスポットサイズ d と使用波長 λ とから算出される開口数であり、一般的には $NA = 0.83 \times \lambda / d$ である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このように市場には透明基板厚さ、記録密度、使用波長などが異なる様々な光ディスクが存在するが、個々の光ディスクに対して、情報の記録及び/又は再生を行うことができる専用の情報記録再生装置を購入することはユーザーにとって大きな負担となる。そこで、様々な光ディスクに対応できる互換性のある光ピックアップ装置を備えた情報記録再生装置が提案されている。

【0006】 このような光ピックアップ装置においては、波長の異なる光束を、厚さの異なる基板に入射させたとき、球面収差を所定量以下に補正する必要があると共に、情報の書き込み読み取りを適切なものとするべく、各光束のスポット径も所定の範囲内に収める必要がある。

【0007】 これに対し、異なる光ディスクそれぞれに対応した別個の集光光学系を備え、再生する光ディスクにより集光光学系を切り換えるようにした光ピックアップ装置が提案されている。かかる光ピックアップ装置に

よれば、波長の異なる光束を、厚さの異なる基板に入射させたとき、球面収差を所定量以下に補正でき、各光束のスポット径も所定の範囲内に収めることができる。しかしながら、この光ピックアップ装置では、集光光学系が複数必要となるため構成が複雑となり、高コスト化を招くため好ましくない。

【0008】このような問題に対し、所定開口数未満の光束についてはスポット光に収斂させると共に、所定開口数以上の光束についてはフレア光とすることができる特性を有する対物レンズが開発されている。かかる対物レンズによれば、例えばCD-RやDVDといった異なる光情報記録媒体に対して、情報の記録又は再生に必要な径のスポット光を得ることが出来る。

【0009】ところで、通常光ピックアップ装置には、光情報記録媒体から反射した光を受けることによって、トラッキングエラーなどを検出する検出器が設けられている。従来の光ピックアップ装置であれば、光情報記録媒体から反射されるのはスポット光のみであるため、光情報記録媒体上の正しい記録位置にスポット光が照射される限り、検出器において誤検出する恐れは低い。ところが、上述した対物レンズを介すると、所定開口数以上の光束についてはフレア光として光情報記録媒体上に照射されるので、その反射光が検出器に検出されると、誤検出の恐れが生じる。

【0010】本発明は、少ない数の光学素子又は対物レンズを使用しているにも関わらず、厚さの異なる光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生（以下、単に記録再生ともいう）を可能とし、しかも誤検出を抑制できる光ピックアップ装置に好適な光学素子及びかかる光学素子を用いた光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の光学素子は、光情報記録媒体から情報を再生し、または光情報記録媒体に情報を記録するための光ピックアップ装置において使用される光学素子であって、光軸と回折部とを具備し、前記回折部は、複数の領域を有し、前記複数の領域がそれぞれ所定の波長に対して最も強く発生する次数は、それぞれ0でなくかつ絶対値が互いに異なることを特徴とする。

【0012】例えば開口数の異なる光束を用いて情報の記録再生を行う光ピックアップ装置において、開口数NAが小さい側の使用状態で所定開口数の外側の光束をフレアとすれば、小さい開口数NAのための開口制限を用いずとも、ビーム径が絞られ過ぎることがなく、比較的大きなスポット径を得ることができる。そこで、本発明の如く回折輪帯を設けた光学素子を用いれば、いずれの開口数の光束を用いた場合でも、適切なスポットを形成することが出来るため、例えばCDとDVDなど異なる複数種の光情報記録媒体に対して、情報の記録再生を行

う光ピックアップ装置を提供することが可能となる。

【0013】より具体的に説明すると、ブレース化した光学素子を用いて、異なる光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う場合、所定開口数以上の絞り径の光束によっても、所定開口数の光学素子を用いた場合と同様なスポット径が得られるよう、所定開口数以上の光束に球面収差を生じさせてフレア化することができる。ところが、このフレアが狭い範囲に収束していたり、強度が大きいと、検出器によってフォーカス信号やトラッキング信号等として誤って検出される恐れがある。

【0014】そこで、本発明のように、例えば光情報記録媒体としてCDとDVDとを用いる場合、CDに対する所定開口数以上の部分をDVD記録又は再生用の光束の波長に対して+2次回折光を最も強く発生させるよう光学素子をブレース化すれば、+1次回折光に対してブレース化したときに比べ、CDに対して所定開口数以上のフレアとすべき光束が他の次数に分散し、回折効率を低下させることが出来るので、主次数（ここでは+2次）のフレアの影響を軽減できる。またこの時、+1次光、+3次光など他の不要次数の光束は記録面上でより大きなフレアとすることができ影響を小さく抑えることが出来るのである。尚、本発明において複数の領域とは、2つ以上の領域をいう。

【0015】更に、請求項2に記載の光学素子は、前記回折部は、前記複数の領域毎に回折輪帯を有し、前記光軸から所定の距離の内側では第1の次数($n_1 \neq 0$)の回折光を最も強く発生し、その外側では、前記第1の次数とは異なる第2の次数($n_2 \neq 0$ かつ $|n_1| \neq |n_2|$)の回折光を最も強く発生することを特徴とする。尚、第1の次数と第2の次数とは、0次光でなく又その絶対値が等しくならない限り、いずれの次数も選択することが出来る。

【0016】本発明においては、前記光軸から所定の距離の内側では第1の次数($n_1 \neq 0$)の回折光を最も強く発生し、良好に絞られたスポットを得ることが出来る。

【0017】本明細書中、光学素子とは、レンズ、プリズム、ミラー、平行平板などをいう。又、輪帯（回折輪帯）は、光軸を含む断面で回折形状を見たときに、ここでは段（ステップ）から段（ステップ）からまでを一つの輪帯とみなす。

【0018】図9は、回折部としての回折輪帯を設けた光学素子としてのレンズの例を示す模式図である。図9においては、回折輪帯のピッチ及び段差は、理解しやすいように実際よりも大きく描かれ、その数も、理解しやすいように少なく描かれている。

【0019】図9に示すレンズ3の左方の光学面において、光軸Xから所定距離H離れた点の内側と外側とで、回折輪帯の形状が大きく異なっている。より具体的には、光軸Xから所定距離H離れた点の内側においては、

回折輪帯 3a は、第 1 の次数（例えば +1 次）の回折光の強度が最も強くなるようなピッチ及び段差を有している。一方、光軸 X から所定距離 H 離れた点の外側においては、回折輪帯 3b は、第 1 の次数とは異なる第 2 の次数（例えば +2 次）の回折光の強度が最も強くなるようなピッチ及び段差を有している。ただし、回折次数の符号は、回折によって収束する方向に光束が偏向されるときを正の次数とする。

【0020】ここで、ピッチ及び段差を調整することによって、最も強度が高くなる回折光の次数を決定できる。ちなみに、光束が回折輪帯 3a を通過したときに、+1 次の回折光の強度が最も高くなり、また回折輪帯 3b を通過したときに、+2 次の回折光の強度が最も高くなる場合には、光軸 X から所定距離 H 離れた点の外側の回折輪帯 3b のピッチ p 2 及び段差 d 2 は、1 次回折光でブレース化する場合に比べ、それぞれ 2 倍になる。

【0021】請求項 3 に記載の光学素子は、前記回折部は、前記複数の領域毎に回折輪帯を有し、前記回折輪帯における段差の最大値と、段差の最小値とは、1.5 倍以上異なっており、それにより前記前記光軸から前記所定の距離の内側では第 1 の次数 ($n_1 \neq 0$) の回折光を最も強く発生し、その外側では、前記第 1 の次数とは異なる第 2 の次数 ($n_2 \neq 0$ かつ $|n_1| \neq |n_2|$) の回折光を最も強く発生するようになっていることを特徴とする。

【0022】対物レンズなどの光学素子をブレース化することによって回折輪帯を設ける場合、回折輪帯の段差の深さは、最も強度を高めるべき回折次数、入射光束の波長、光束の入射角に基づいて決定される。かかる条件は、一つの光学面上において、例えば +1 次光と +2 次光の如く異なる次数の回折光を発生させる輪帯を併設する場合に必要な条件である。入射光束の波長や光束の入射角が位置によって変わりうるような場合を加味すると、回折輪帯の段差の最大値と最小値との比が 1.5 倍以上あることが、異なる次数の回折光を適切に発生させる条件の一つといえる。

【0023】請求項 4 に記載の光学素子は、前記段差の最大値と前記段差の最小値とは、6 倍以上異ならないことを特徴とする。あまり高い次数の回折光に適合するようブレース化されると、情報記録又は再生に必要な次数の回折光の近くに、不要な次数の回折光が結像して悪影響を与える恐れがあるからである。

【0024】請求項 5 に記載の光学素子は、前記第 1 の次数を n_1 とし、前記第 2 の次数を n_2 としたときに、 $n_1 = 1$ 及び $n_2 \geq 2$ （ただし、回折次数の符号は、回折によって収束する方向に光束が変更されるときを正とする）が成立することを特徴とする。

【0025】請求項 6 に記載の光学素子は、 $n_2 = 2$ が成立することを特徴とする。

【0026】請求項 7 に記載の光学素子は、前記回折輪

帯は、光軸から前記所定の距離の内側では所定の波長の前記第 1 の次数の回折光に対して回折効率が最大となるようにブレース化され、光軸から所定の距離の外側では前記所定の波長とは異なる波長の前記第 2 の次数の回折光に対して回折効率が最大となるようにブレース化されることを特徴とする。

【0027】ここで、ブレース化するとは、光学素子の母非球面の表面に、所定の次数の回折効率が最大となるよう断面形状が鋸歯状の回折輪帯を形成することをいう。

【0028】請求項 8 に記載の光学素子は、光ピックアップ装置用の対物レンズであることを特徴とする。

【0029】請求項 9 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の光学素子とを用いて、光情報記録媒体から情報を再生し、または光情報記録媒体に情報を記録することを特徴とする。

【0030】請求項 10 に記載の光ピックアップ装置は、少なくとも 2 種類の光情報記録媒体から情報を再生し、または光情報記録媒体に情報を記録するための光ピックアップ装置であって、第 1 の波長 λ_1 を有する第 1 の光束を射出する第 1 の光源と、前記第 1 の波長 λ_1 とは異なる第 2 の波長 λ_2 を有する第 2 の光束を射出する第 2 の光源と、前記第 1 の光源及び前記第 2 の光源から出射された前記第 1 の光束及び前記第 2 の光束を、前記第 1 及び前記第 2 の光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面上に集光させる対物レンズを含む集光光学系と、前記第 1 及び前記第 2 の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを有し、前記対物レンズは、光軸と回折部とを具備し、前記回折部は、複数の領域を有し、前記複数の領域がそれぞれ所定の波長に対して最も強く発生する次数は、それぞれ 0 でなくかつ絶対値が互いに異なっており、前記第 1 の光源は、厚さ t_1 を有する第 1 の透明基板を有する第 1 の光情報記録媒体から情報を再生するために、または情報を記録するために前記第 1 の光束を射出し、前記第 2 の光源は、前記第 1 の透明基板の前記厚さ t_1 とは異なる厚さ t_2 を有する第 2 の透明基板を有する第 2 の光情報記録媒体から情報を再生するために、または情報を記録するために第 2 の光束を射出し、前記集光光学系は、前記第 1 の光源からの光束を、前記第 1 の光情報記録媒体の情報記録面上に、波長 λ_1 の光束による、前記第 1 の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数 NA 1 内では波面収差 $0.07 \lambda_1 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、かつ前記第 2 の光源からの光束を、前記第 2 の光情報記録媒体の情報記録面上に、波長 λ_2 の光束による、前記第 2 の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数 NA 2 内では波面収差 $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ 以下の状態で集光でき、更に、以下の条件を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$\begin{aligned} 9 \\ \lambda 1 < \lambda 2 \\ t 1 < t 2 \\ NA 1 > NA 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10 \\ (1) \\ (2) \\ (3) \end{aligned}$$

【0031】開口数NA1、NA2の異なる第1及び第2の光束を用いて情報の記録再生を行う光ピックアップ装置において、開口数が小さい側（NA2）の使用状態で所定開口数の外側の光束をフレアとすれば、小さい開口数（NA2）のための開口制限を用いずとも、ビーム径が絞られ過ぎることがなく、比較的大きなスポット径を得ることができる。そこで、本発明の如く回折輪帯を設けた対物レンズを用いれば、いずれの開口数の光束を用いた場合でも、適切なスポットを形成することが出来るため、例えばCDとDVDなど異なる複数種の光情報記録媒体に対して、情報の記録再生を行う光ピックアップ装置を提供することが可能となる。

【0032】より具体的に説明すると、ブレース化した対物レンズを用いて、異なる光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う場合、所定開口数以上の絞り径の光束によっても、所定開口数の光学素子を用いた場合と同様なスポット径が得られるよう、所定開口数以上の光束に球面収差を生じさせてフレア化することができる。ところが、このフレアが狭い範囲に収束していたり、強度が大きいと、検出器によってフォーカス信号やトラッキング信号等として誤って検出される恐れがある。

【0033】そこで、本発明のように、例えば光情報記録媒体としてCDとDVDとを用いる場合、CDに対する所定開口数以上の部分をDVD記録又は再生用の光束の波長に対して+2次回折光を最も強く発生させるよう対物レンズをブレース化すれば、+1次回折光に対してブレース化したときに比べ、CDに対して所定開口数以上のフレアとすべき光束が他の次数に分散し、回折効率を低下させることが出来るので、主次数（ここでは+2次）のフレアの影響を軽減できる。またこの時、+1次光、+3次光など他の不要次数の光束は記録面上でより大きなフレアとすることができ影響を小さく抑えることが出来るのである。尚、本発明において複数の領域とは、2つ以上の領域をいう。

【0034】請求項11に記載の光ピックアップ装置は、前記回折部は、前記複数の領域毎に回折輪帯を有し、前記光軸から所定の距離の内側では第1の次数（ $n1 \neq 0$ ）の回折光を最も強く発生し、その外側では、前記第1の次数とは異なる第2の次数（ $n2 \neq 0$ かつ $|n1| \neq |n2|$ ）の回折光を最も強く発生することを特徴とする。

【0035】更に本発明においては、前記光軸から所定の距離の内側では第1の次数（ $n1 \neq 0$ ）の回折光を最も強く発生し、良好に絞られたスポットを得ることが出来る。

【0036】請求項12に記載の光ピックアップ装置

は、前記回折部は、前記複数の領域毎に回折輪帯を有し、前記回折輪帯における段差の最大値と、段差の最小値とは、1.5倍以上異なっており、それにより前記前記光軸から前記所定の距離の内側では第1の次数（ $n1 \neq 0$ ）の回折光を最も強く発生し、その外側では、前記第1の次数とは異なる第2の次数（ $n2 \neq 0$ かつ $|n1| \neq |n2|$ ）の回折光を最も強く発生するようになっていることを特徴とする。

【0037】対物レンズをブレース化することによって回折輪帯を設ける場合、回折輪帯の段差の深さは、最も強度を高めるべき回折次数、入射光束の波長、光束の入射角に基づいて決定される。かかる条件は、一つの光学面上において、例えば+1次光と+2次光の如く異なる次数の回折光を発生させる輪帯を併設する場合に必要な条件である。入射光束の波長や光束の入射角が位置によって変わりうるような場合を加味すると、回折輪帯の段差の最大値と最小値との比が1.5倍以上あることが、異なる次数の回折光を適切に発生させる条件の一つといえる。

【0038】請求項13に記載の光ピックアップ装置は、前記光軸から所定の距離の外側では、有効径内において回折輪帯の最小ピッチが $10\mu\text{m}$ 以上 $80\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。最小ピッチが $10\mu\text{m}$ 以上であると輪帯加工が容易となり、最小ピッチが $80\mu\text{m}$ 以下であると回折作用を効果的に得ることが出来るからである。

【0039】請求項14に記載の光ピックアップ装置は、前記段差の最大値と前記段差の最小値とは、6倍以上異ならないことを特徴とする。あまり高い次数の回折光に適合するようブレース化されると、情報記録又は再生に必要な次数の回折光の近くに、不要な次数の回折光が結像して悪影響を与える恐れがあるからである。

【0040】請求項15に記載の光ピックアップ装置は、前記第1の次数を $n1$ とし、前記第2の次数を $n2$ としたときに、 $n1 = 1$ 及び $n2 \geq 2$ （ただし、回折次数の符号は、回折によって収束する方向に光束が変更されるときに次数を正とする）が成立することを特徴とする。

【0041】請求項16に記載の光ピックアップ装置は、 $n2 = 2$ が成立することを特徴とする。

【0042】請求項17に記載の光ピックアップ装置は、前記回折輪帯は、光軸から前記所定の距離の内側では所定の波長の前記第1の次数の回折光に対して回折効率が最大となるようにブレース化され、光軸から所定の距離の外側では前記所定の波長とは異なる波長の前記第2の次数の回折光に対して回折効率が最大となるようにブレース化されることを特徴とする。

【0043】請求項18に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系は、前記第2の光源からの光束を、前記第2の光情報記録媒体の情報記録面上に、開口数NA1内では波面収差 $0.07\lambda/2\text{rms}$ 以上の状態で集光するので、より大きなフレア光を形成できる。

【0044】請求項19に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズにおける前記回折部の前記所定の距離は、前記NA2の光束が通る範囲にほぼ相当することを特徴とする。

【0045】請求項20に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系は、波長 λ 2の光束に対し、前記光軸から所定の距離において球面収差が不連続であることを特徴とする。

【0046】本明細書中で用いる回折部とは、回折によって光束を偏向させる作用を持たせた領域のことをいい、回折面とは、回折部を有する光学面をいう。本発明では、回折部は、レリーフ状の回折輪帯を有し、このレリーフの形状としては、例えば、光学素子の表面に、光軸を中心とする略同心円状の輪帯として形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば各輪帯は鋸歯のような形状が知られているが、そのような形状を含むものである。

【0047】本明細書中において、対物レンズとは、狭義には光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有するレンズを指し、広義にはそのレンズと共に、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に作動可能なレンズ群を指すものとする。ここで、かかるレンズ群とは、少なくとも1枚以上のレンズを指すものである。従って、本明細書中において、対物レンズの光情報記録媒体側の開口数NAとは、対物レンズの最も光情報記録媒体側に位置するレンズ面の開口数NAを指すものである。また、本明細書中では開口数NAは、それぞれの光情報記録媒体の規格で規定されている開口数、あるいはそれぞれの光情報記録媒体に対して、使用する光源の波長に応じ、情報の記録または再生するために必要なスポット径を得ることができる回折限界性能の対物レンズの開口数を示す。

【0048】本明細書中において、光情報記録媒体（光ディスク）としては、例えば、CD-R、CD-RW、CD-Video、CD-ROM等の各種CD、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD-Video等の各種DVD、或いはMD等のディスク

$$\Phi(h) = b_0 + b_2 * h^2 + b_4 * h^4 + b_6 * h^6 + \dots \quad (4)$$

ただし、

h：光軸からの距離

$$x = (h^1/r) / (1 + \sqrt{1 - (1+k)h^1/r^1}) + A_0 + A_2 * h^2 + A_4 * h^4 + A_6 * h^6 + \dots \quad (5)$$

ただし、

A0、A2、A4、A6、・・・：非球面係数

k：円錐係数

状の現在の光情報記録媒体および次世代の記録媒体なども含まれる。多くの光情報記録媒体の情報記録面上には透明基板が存在する。しかしながら、透明基板の厚さが殆どゼロに近いもの、あるいは透明基板が全くないものも存在もしくは提案されている。説明の都合上、本明細書中「透明基板を介して」と記載することがあるが、かかる透明基板は厚さがゼロである、すなわち透明基板が全くない場合も含むものである。

【0049】本明細書中において、情報の記録および再生とは、上記のような情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録すること、情報記録面上に記録された情報を再生することをいう。本発明の光ピックアップ装置は、記録だけ或いは再生だけを行うために用いられるものであってもよいし、記録および再生の両方を行うために用いられるものであってもよい。また、或る情報記録媒体に対しては記録を行い、別の情報記録媒体に対しては再生を行うために用いられるものであってもよいし、或る情報記録媒体に対しては記録または再生を行い、別の情報記録媒体に対しては記録及び再生を行うために用いられるものであってもよい。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。

【0050】本発明の光ピックアップ装置は、各種のプレーヤまたはドライブ等、あるいはそれらを組み込んだAV機器、パソコン、その他の情報端末等の音声および/または画像の記録および/または再生装置に搭載することができる。

【0051】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。回折面は回折レリーフをはずしたマクロ的な形状を示す母非球面と、光路差関数とで表す。光路差関数は、所定の製造波長の所定次数の回折光に対し回折面によって付加される光路差をあらわすものとし、光路差関数の値が $m\lambda$ （ m は回折次数）変わること回折輪帯を設ける。

【0052】本発明の実施例では、回折面の母非球面および光路差関数を、光軸からの距離 h を境界として、その内側（光軸側）と外側（周辺側）とでそれぞれ別の関数で表す。

【0053】このとき母非球面および光路差関数が、境界 h で実質的に連続とするために、外側の母非面および外側の光路差関数には定数項を設けた。光路差関数 $\Phi(h)$ は次式で表す。

$b_0, b_2, b_4, b_6, \dots$ ：光路差関数の係数

【0054】一方、非球面は次式で表す。

r：近軸曲率半径

r、d、n、 ν dはレンズの曲率半径、面間隔、基準波

50 長での屈折率、アッペ数を表す。

【0055】上記の定義を基にした場合、光路差関数の2次係数を零でない値とすることにより、レンズにパワーを持たせることができる。また、光路差関数の2次以外の係数、例えば、4次係数、6次係数、8次係数、10次係数等を零でない値とすることにより、球面収差を制御することができる。尚、ここで、制御するということは、屈折パワーを有する部分が持つ球面収差を、逆の球面収差を発生させて補正したり、全体の球面収差を所望な値にすることを意味する。

【0056】図1は、本実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略構成図である。図1において、第1の光情報記録媒体（光ディスク、例えばCD）に対して記録および/または再生を行う第1光源11と、第2の光情報記録媒体（光ディスク、例えばDVD）に対して記録および/または再生を行う第1光源11とは波長の異なる第2光源12とを備え、それぞれの光源から射出される発散光束の発散角を所望の発散角に変換するカップリングレンズ21、22と、上記光束をほぼ一つの方に進むように合成する光合成手段であるビームスプリッタ62と、ビームスプリッタ62からの光束を光情報記録媒体の情報記録面5に集光する対物レンズ3と、光情報

記録媒体からの反射光を受光する光検出器41、42とを備えている。図中、8は絞り、9はシリンドリカルレンズ、71、72は1/4波長板、15は光源11からの発散光束の発散度を小さくするためのカップリングレンズ、16は凹レンズ、17は反射光束を分離するためのホログラムである。対物レンズ3は、後述の実施例1、2を用いる。

【0057】第1光源11は波長 $\lambda_1 = 650\text{ nm}$ 程度のレーザ光を射出し、このとき透明基板厚 $t_1 = 0.6\text{ mm}$ の光情報記録媒体（DVD）に対して記録および/または再生を行うのに必要な対物レンズの開口数を $NA_1 = 0.63$ とする。第2光源12は波長 $\lambda_2 = 780\text{ nm}$ 程度のレーザ光を射出し、このとき透明基板厚 $t_2 = 1.2\text{ mm}$ の光情報記録媒体（CD）に対して記録および/または再生を行うのに必要な対物レンズの開口数を $NA_2 = 0.5$ とする。

【0058】（実施例1）図2は、実施例1の対物レンズの断面図であり、図3、4は、実施例1の対物レンズにおける球面収差図である。[表1]に、実施例1の対物レンズにおけるレンズデータを示す。

【表1】

実施例 (1)

光源波長 $\lambda_1 = 650\text{nm}$ のとき焦点距離 $f_1 = 3.36(\text{mm})$ 像側開口数 $NA = 0.63$ 光源波長 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ のとき焦点距離 $f_2 = 3.38(\text{mm})$ 像側開口数 $NA = 0.63$ (所定開口数 $NA = 0.50$)

面番号	R	d 1	d 2	n 1	n 2
物点		∞	∞		
1 (非球面 1, 回折面)		2.20	2.20	1.54113	1.53728
2 (非球面 2)	-8.52459	1.75	1.38		
3 (カバーガラス)	∞	0.60	1.20	1.57787	1.57084
4	∞				

数字 1 は $\lambda = 650\text{nm}$ のとき、数字 2 は $\lambda = 780\text{nm}$ のときを表す。* $NA 0.5$ 以下は 1 次回折を用い、 $NA 0.5$ 以上は 2 次回折を用いる。境界 $hb = 1.58$

光路差関数の係数

 $h \leq hb$ のとき* 1 次回折光の光路差関数 (波長 710nm)* λ 変わる毎に回折輪帯を数ける。 $b2 = 0$ $b4 = -0.14320 \times 10^{-2}$ $b6 = 0.13442 \times 10^{-3}$ $b8 = -0.66304 \times 10^{-4}$ $b10 = 0.56136 \times 10^{-5}$ $h > hb$ のとき* 2 次回折光の光路差関数 (波長 650nm)* 2λ 変わる毎に回折輪帯を数ける。 $b0 = -0.12780 \times 10^{-3}$ $b2 = -0.15989 \times 10^{-2}$ $b4 = -0.12325 \times 10^{-2}$ $b6 = 0.29580 \times 10^{-3}$ $b8 = -0.51877 \times 10^{-4}$ $b10 = 0.31523 \times 10^{-5}$

非球面係数

第 1 面 R

第 1 面

 $h > hb$ のとき $R = 2.341$ $h < hb$ のとき $R = 2.102$ $h \leq hb$ のとき $\kappa = -2.5093$ $A4 = 0.25830 \times 10^{-1}$ $A6 = -0.29872 \times 10^{-2}$ $A8 = 0.34107 \times 10^{-3}$ $A10 = -0.23030 \times 10^{-4}$ $h > hb$ のとき $\kappa = -0.41071$ $A0 = 0.16800 \times 10^{-3}$ $A4 = 0.13119 \times 10^{-1}$ $A6 = -0.66492 \times 10^{-2}$ $A8 = 0.13863 \times 10^{-2}$ $A10 = -0.12236 \times 10^{-3}$

非球面係数

第 2 面

 $\kappa = 8.53682$ $A4 = 0.250210 \times 10^{-1}$ $A6 = -0.140313 \times 10^{-1}$ $A8 = 0.669092 \times 10^{-2}$ $A10 = -0.203553 \times 10^{-2}$ $A12 = 0.327714 \times 10^{-3}$ $A14 = -0.216581 \times 10^{-4}$

【0059】(実施例 2) 図 5 は、実施例 2 の対物レンズの断面図であり、図 6、7 は、実施例 2 の対物レンズにおける球面収差図である。[表 2] に、実施例 2 の対

物レンズにおけるレンズデータを示す。

【表 2】

実施例 (2)

光源波長 $\lambda 1 = 650\text{nm}$ のとき焦点距離 $f1 = 3.36(\text{mm})$ 像側開口数 $NA = 0.63$ 光源波長 $\lambda 2 = 780\text{nm}$ のとき焦点距離 $f2 = 3.38(\text{mm})$ 像側開口数 $NA = 0.63$ (所定開口数 $NA = 0.50$)

面番号	R	d 1	d 2	n 1	n 2
物点		∞	∞		
1 (非球面 1, 回折面)	2.05803	2.20	2.20	1.54113	1.53728
2 (非球面 2)	-9.74191	1.72	1.33		
3 (カバーガラス)	∞	0.60	1.20	1.57787	1.57084
4	∞				

添字 1 は $\lambda = 650\text{nm}$ のとき、添字 2 は $\lambda = 780\text{nm}$ のときを表す。* $NA 0.5$ 以下は 1 次回折を用い、 $NA 0.5$ 以上は 2 次回折を用いる。境界 $hb = 1.68$

光路差関数の係数

 $h \leq hb$ のとき* 1 次回折光の光路差関数 (製造波長 710nm) $b2 = 0$ * 1λ 変わる毎に回折輪帯を設ける。 $b4 = -0.11414 \times 10^{-3}$ $b6 = -0.83330 \times 10^{-3}$ $b8 = 0.19320 \times 10^{-3}$ $b10 = -0.11557 \times 10^{-4}$ $h > hb$ のとき* 2 次回折光の光路差関数 (製造波長 650nm) $b4 = -0.10448 \times 10^{-3}$ * 2λ 変わる毎に回折輪帯を設ける。 $b6 = -0.76746 \times 10^{-3}$ $b8 = 0.17687 \times 10^{-3}$ $b10 = -0.10580 \times 10^{-4}$

非球面係数

第 1 面

 $\kappa = -0.97964$ $A4 = 0.63336 \times 10^{-2}$ $A6 = -0.17357 \times 10^{-2}$ $A8 = 0.59220 \times 10^{-3}$ $A10 = -0.52764 \times 10^{-4}$

非球面係数

第 2 面

 $\kappa = 19.22147$ $A4 = 0.946777 \times 10^{-2}$ $A6 = 0.222870 \times 10^{-2}$ $A8 = -0.114464 \times 10^{-2}$ $A10 = 0.164623 \times 10^{-3}$ 【0060】尚、実施例 1, 2 の対物レンズにおいてブ
レーズ化されてなる回折輪帯の段差の最大値と最小値と

を [表 3] に示す。

[表 3]

	実施例 1	実施例 2
段差の最大値 (μm)	3. 2 9	3. 3 1
段差の最小値 (μm)	1. 3 6	1. 3 7
比	2. 4	2. 4

【0061】実施例1, 2の対物レンズに基づいて、更に詳細に説明する。実施例1, 2の対物レンズは、波長650nmの光源からの光束で、基板厚0.6mmである第1の光情報記録媒体としてのDVDの情報記録又は再生に用いることができ、又波長780nmの光源からの光束で、基板厚1.2mmである第2の情報記録媒体としてのCDの情報記録又は再生に用いることができる。最大開口数NAは0.63であり、波長780nmでCDに対する必要開口数NAを0.50とする。

【0062】対物レンズの回折面は第1面に設けられており、NA0.5以下の範囲では+1次回折光に対してブレース化され、すなわち+1次回折光の強度が最も高くなるようにしている。+1次回折光の方向は、0次光よりも光束を収束させる方向である。ブレース化するに当たっての光源の製造波長は780nmであり、すなわち780nmの波長の光源からの光束に対して回折効率が最大となるようにしている。

【0063】また開口数NA0.5以上の範囲では+2次回折光に対してブレース化されており、すなわち+2次回折光の強度が最も高くなるようにしている。+1次回折光でブレース化されている場合に比べて、輪帯間隔は約2倍であり、輪帯間の段差の深さも約2倍である。このようにブレース化するに当たっての光源の製造波長は650nmである。

【0064】この対物レンズは開口数NA0.63の絞り径の光束によっても、CD側で開口数NA0.5の回折限界レンズと同等のスポット径が得られるよう、CD側の開口数NA0.5以上の光束に球面収差を生じさせてフレア化している。このフレアが狭い範囲に収束していたり、強度が大きいと、検出器によってフォーカス信号やトラッキング信号等として誤って検出される恐れがある。

【0065】+1次回折光に最適なブレース化を行う場合において、光源波長650nmで回折効率100%の理想的なブレース形状とすると、光源波長780nmでの回折効率は91%である。同様に+2次回折光で最適にブレース化する場合において、光源波長780nmでの回折効率は68%となる。したがって 開口数NA0.5以上の部分に+2次回折光を用いると、CDの情報記録又は再生時にフレアとする光束が他の次数に分散し、回折効率が低下するので、主次数(+2次)のフレアの影響を軽減できる。またこの時、+1次光、+3次光など他の不要次数の光束は記録面上でより大きなフレアとすることができ影響を小さく抑えることができる。

【0066】図8に実施例1の対物レンズで、CDに対して情報記録又は再生を行う際の、開口NA0.5以上の光束のスポットダイアグラムを示す。かかるスポットダイアグラムによれば、DVDに対して情報記録又は再生を行う場合には、開口数NA0.5~0.63を通過する+2次回折光が、スポット光として情報記録面に形

成されることがわかる。従って、強度の高い光を用いて良好な情報記録又は再生が出来る。一方、CDに対して情報記録又は再生を行う場合には、開口数NA0.5~0.63を通過する+1次回折光が広範囲なフレア光として情報記録面に形成されることがわかり、それにより検出器の誤検出を防止することが出来る。又、CD、DVD両方に対して、1次回折光、3次回折光も広範囲なフレア光として形成される。

【0067】更に、光ピックアップ装置の対物レンズは一般にプラスチックあるいはガラスを型で成形して製造され、この型は超精密旋盤を用いた切削により加工される。回折輪帯を有する回折レンズでは、図9に示すように、光軸を含む断面形状が鋸歯のような形状となるが、この型を加工するとき、切削用の刃先がある程度の大きさの丸みを持つため、輪帯間の段差の部分で、この丸みの大きさに応じて鋸歯のエッジが崩れてしまう。この形状が崩れた部分は有効な光量を損失させるが、輪帯間の間隔(ピッチ)が狭いとこの損失が大きくなる。

【0068】例えば、実施例1の対物レンズでこの損失を求めると、最周辺の輪帯(輪帯間隔22μm)を半径4μmの丸みを持つ刃先によって+1次回折光でブレース化したとき、この輪帯での透過光量損失の計算値は16.4%であった。これに対し、上述した実施の形態の如く、開口数NA0.5以上で+2次回折光の光強度が最も高くなるようにブレース化すると、回折輪帯の間隔が44μmで、この輪帯での透過光量損失の計算値は14.9%であった。従って、本実施の形態によれば、透過光量の向上を図ることも出来る。

【0069】

【発明の効果】本発明によると、少ない数の光学素子又は対物レンズを使用しているにも関わらず、厚さの異なる光情報記録媒体に対して情報の記録及び/又は再生(以下、単に記録再生ともいう)を可能とし、しかも誤検出を抑制できる光ピックアップ装置に好適な光学素子及びかかる光学素子を用いた光ピックアップ装置を提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図2】実施例1の対物レンズの断面図である。

【図3】実施例1の対物レンズにおけるDVD仕様の球面収差図である。

【図4】実施例1の対物レンズにおけるCD仕様の球面収差図である。

【図5】実施例2の対物レンズの断面図である。

【図6】実施例2の対物レンズにおけるDVD仕様の球面収差図である。

【図7】実施例2の対物レンズにおけるCD仕様の球面収差図である。

【図8】実施例1の対物レンズで、CDに対して情報記

録又は再生を行う際の、開口NA0.5以上の光束のスポットダイアグラムである。

【図9】回折輪帯を設けた光学素子としてのレンズの例を示す模式図である。

【符号の説明】

3 対物レンズ

8 絞り

9 シリンドリカルレンズ

11 第1光源

12 第2光源

15 カップリングレンズ

16 凹レンズ

17 ホログラム

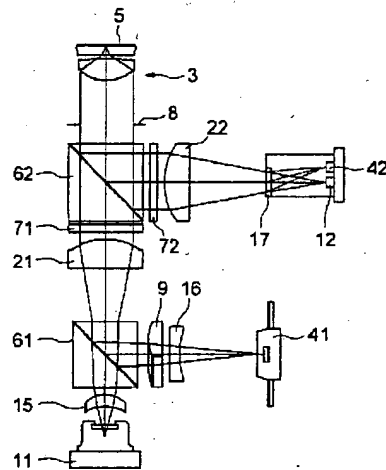
21、22 カップリングレンズ

41、42 光検出器

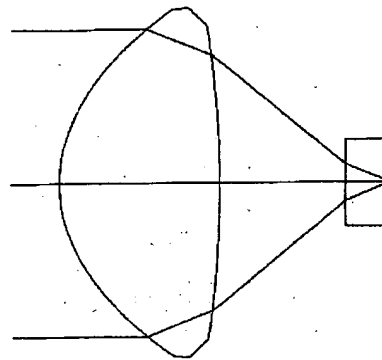
62 ビームスプリッタ

71、72 1/4波長板

【図1】

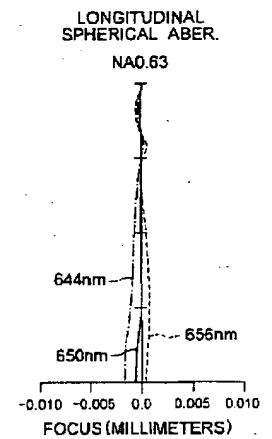


【図2】



【図3】

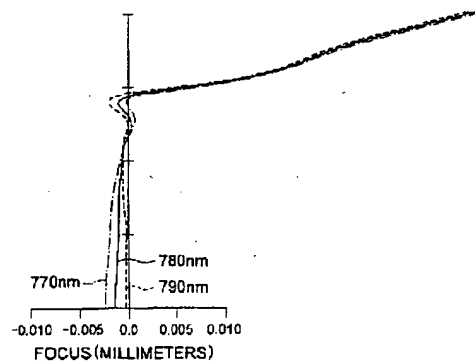
DVD収差図



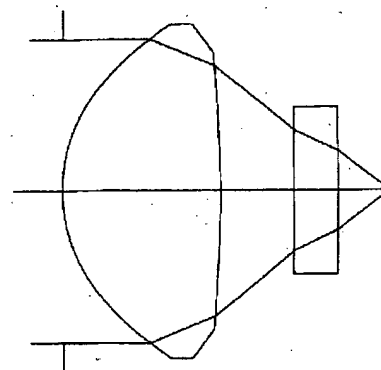
【図4】

CD収差図

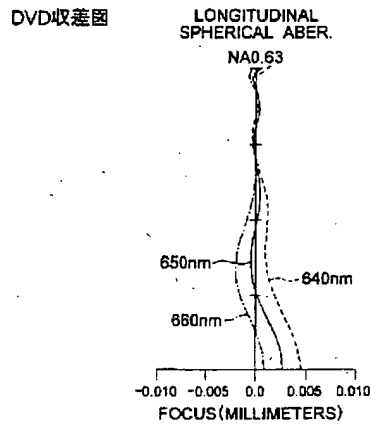
LONGITUDINAL
SPHERICAL ABER.
NA0.63



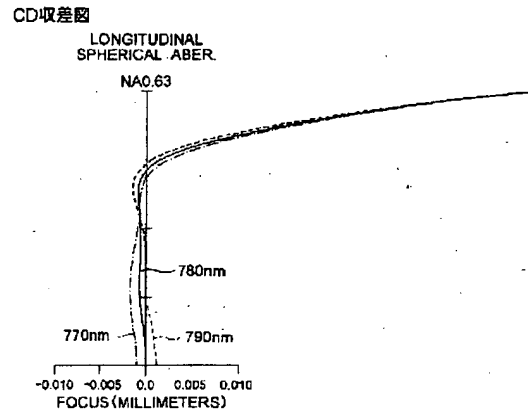
【図5】



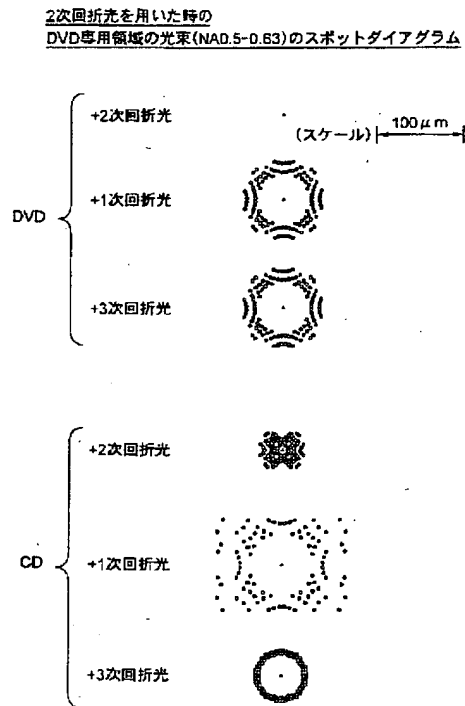
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

